

Comportement transverse du bois, homogénéisé à plusieurs échelles

P. SIMON^a, H. MAIGRE, D. EYHERAMENDY^b, S. BOURGEOIS^b

a. Université de Lyon, CNRS, INSA-Lyon, LaMCoS UMR5259, F-69621, FRANCE

b. Ecole Centrale de Marseille, CNRS, LMA UPR 7051, F-13402, FRANCE

Résumé :

L'objectif de cette étude est de modéliser le comportement transverse du bois de l'échelle des cellules à l'échelle de la poutre en passant par l'échelle des cernes. Cette modélisation s'appuie sur des observations expérimentales faites à toutes ces échelles : macroscopie optique, microscopie optique et microscopie électronique. Ces observations, morphologies et mécanismes de déformation sous chargements mécaniques, sont analysées à l'aide de la technique de corrélation d'image afin d'évaluer précisément les hétérogénéités des champs de déformation. La modélisation retenue est une homogénéisation unidimensionnelle continue à l'échelle des cernes et sur une homogénéisation avec un modèle de treillis à l'échelle des cellules. L'intérêt de cette méthode est d'obtenir des résultats analytiques en fonction d'un jeu de paramètres qui représentent la large gamme de morphologie et de propriétés mécaniques observées. Ainsi pour chaque configuration étudiée on obtient très rapidement le comportement homogénéisé. Cette rapidité est alors mise à profit pour étudier et expliquer la variabilité du comportement mécanique d'une pièce de bois à l'autre. A partir des observations morphologiques on définit une distribution aléatoire des paramètres du modèle. Pour chaque tirage de paramètres on calcule la réponse mécanique globale et on examine la variabilité résultante. En procédant ainsi on étudie la corrélation entre deux paramètres globaux (relation entre rigidité et densité, par exemple). On constate aussi que la variabilité diminue avec le nombre de cernes considérés et tend vers une variabilité limite non nulle au delà de 10 cernes.

Abstract :

In this study we aim to model the mechanical transverse behavior of wood at different length scales, from the cell scale to the timber scale including the scale of the growth rings. The modelisation is based on experimental observations of the morphology and the mechanisms of deformation under mechanical loadings. The heterogeneities of the deformation are measured precisely using digital image correlation. Finally we used a continuous unidimensional description at the scale of the growth rings and a beam modelisation at the scale of the cells. This leads to an analytical method with a limited number of parameters which represent a large range of morphologies and mechanical properties. For each configuration we obtain rapidly the homogenized mechanical behaviour. We use the celerity of this method to study and explain the variability of the behaviour from a wood specimen to another. For each simulation we choose a set of parameters in a random distribution and we evaluate the variability of the homogenized behaviour. This a way to estimate the correlation between two global parameters like stiffness and density. We find also that the variability decreases with the number of growth rings and tends to a minimum value beyond 10 rings.

Mots clefs : comportement du bois, homogénéisation, corrélation d'images